

# Pre-heating plug for internal combustion engine includes vibration damping system to reduce noise on pressure output signal

Publication number: FR2845462 (A1)

Publication date: 2004-04-09

Inventor(s): MURAI HIROYUKI; OOMURA SHINICHI

Applicant(s): DENSO CORP [JP]

Classification:

- international: G01L23/22; F02D35/00; F02N17/047; F02P19/00; F02P19/02; F23Q7/00; G01L23/00; F02D35/00; F02N17/00; F02P19/00; F23Q7/00; (IPC1-7): F23Q7/22; F02P19/02

- European: F02P19/02; F23Q7/00B

Application number: FR20030011497 20031001

Priority number(s): JP20020293747 20021007

## Also published as:

FR2845462 (B1)

JP2004124911 (A)

JP2004124911 (A)

JP3900060 (B2)

JP3900060 (B2)

## Cited documents:

EP1096141 (A2)

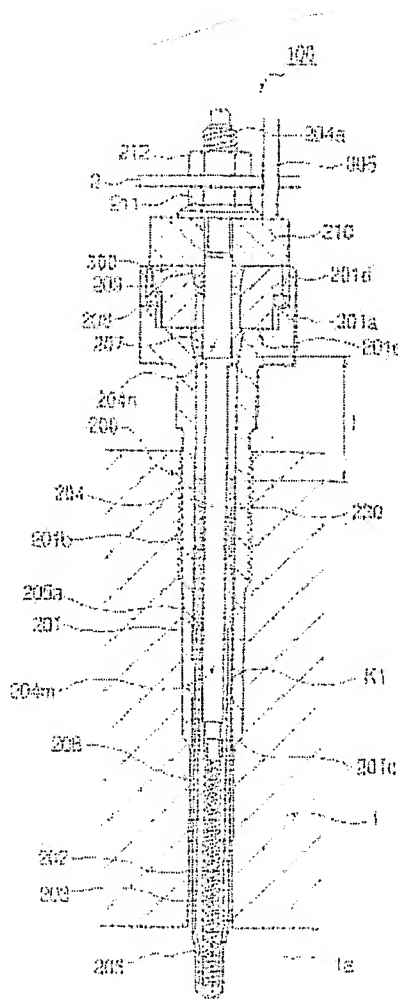
FR2824114 (A1)

EP1134385 (A2)

JP59060237 (A)

## Abstract of FR 2845462 (A1)

The pre-heating plug has an internal axis comprising a low part (204m) and a high part (204n) fixed to the envelope (201). The distance between the two fixings (204m, 204n) may be approximately 80 mm, nearly double the length of that in other designs, with a vibration damper (230) to reduce production of noise on the output signal. The pre-heating plug is designed to suppress the noise produced by the vibration of the internal axis (204) of the plug (100), which has a combustion pressure sensor (300), on the output signal from the pressure sensor. The low part (first part of fixing 204m) of the internal axis (204) is inserted and fixed in the tubular element (202). The high part (second part of fixing 204n) of the internal axis is fixed to the envelope (201).; The distance between the two fixings (204m, 204n) may be approximately 80 mm, nearly double the length of that in other designs, having bearing on the engine casing thickness and the installation space in an engine with multiple valves. A vibration damper (230) is mounted around the internal axis, between the two fixing points.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 845 462

②1 N° d'enregistrement national : 03 11497

⑤1 Int Cl<sup>7</sup> : F 23 Q 7/22, F 02 P 19/02

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 01.10.03.

③0 Priorité : 07.10.02 JP 02293747.

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 09.04.04 Bulletin 04/15.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été  
établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : DENSO CORPORATION — JP.

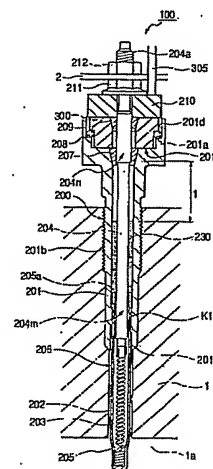
⑦2 Inventeur(s) : MURAI HIROYUKI et OOMURA SHINI-  
CHI.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

⑤4 BOUGIE DE PRECHAUFFAGE A CAPTEUR DE PRESSION DE COMBUSTION.

⑤7 La présente invention vise à supprimer un bruit, provoqué par des vibrations d'un axe intérieur (204) d'une bougie de préchauffage (100) à capteur (300) de pression de combustion, se superposant au signal de sortie du capteur (300), même si la longueur de l'axe intérieur (204) est accrue. Le bas (première partie de fixation 204m) de l'axe intérieur (204) est inséré dans et fixé à l'élément tubulaire (202). D'autre part, le haut (deuxième partie de fixation 204n) de l'axe intérieur (204) est fixé à l'enveloppe (201). La distance entre les deux parties de fixation (204m) (204n) devient par exemple environ 80mm, soit à peu près le double de la longueur des parties selon la technique antérieure, du fait de la culasse plus épaisse (1) du moteur et de l'espace d'installation limité de la bougie de préchauffage (100) dans un moteur à plusieurs soupapes. En outre, un amortisseur (230) de vibrations est chargé autour de l'axe intérieur (204) entre les deux parties de fixation (204m), (204n). L'amortisseur (230) de vibrations sert à amortir des vibrations de l'axe intérieur (204).



FR 2 845 462 - A1



## BOUGIE DE PRECHAUFFAGE A CAPTEUR DE PRESSION DE COMBUSTION

5 La présente invention est relative à une bougie de préchauffage avec un capteur de pression de combustion pour détecter la pression de combustion dans une chambre de combustion d'un moteur.

10 Comme représenté sur une vue en coupe transversale sur la figure 7, une des bougies de préchauffage à capteur de pression de combustion selon la technique antérieure est présentée dans JP2001-124336A (pages 3-5, figure 1 annexée à ce document).

15 Une bougie de préchauffage J100, représentée sur la figure 7, a un corps ou enveloppe cylindrique 201 destiné à se visser dans une culasse 1 de moteur, disposant de ce fait une première extrémité de celui-ci dans une chambre de combustion d'un moteur. Ainsi, un filetage 201b est réalisé sur une surface extérieure du corps 201. En outre, à l'intérieur du corps 201 est fixé un élément tubulaire 202 dont une première extrémité fait saillie depuis ladite extrémité du corps 201.

L'élément tubulaire 202 est fixé par soudage ou par emmanchement à force dans une partie de fixation K1 à ladite extrémité du corps 201.

20 En outre, à l'intérieur de l'élément tubulaire 202 est disposé un élément chauffant 203. Par ailleurs, de la poudre isolante 205 est chargée entre l'élément tubulaire 202 et l'élément chauffant 203 en constituant de ce fait un dispositif chauffant 206.

25 En outre, à l'intérieur du corps 201 est disposé un axe intérieur 204 servant d'électrode métallique. Une première extrémité de l'axe intérieur 204 est connectée électriquement à l'élément chauffant 203, tandis que son autre extrémité fait saillie depuis l'autre extrémité du corps 201.

30 La première extrémité de l'axe intérieur 204 est fixée à l'élément tubulaire 202, tandis que l'autre extrémité de l'axe intérieur 204 est fixée au corps 201 par l'intermédiaire d'une bague cylindrique 207 (élément d'étanchéité).

Par ailleurs, à l'autre extrémité du corps 201 est disposé un capteur 300 de pression de combustion qui est fixé au corps 201 par un écrou 211 disposé à l'autre extrémité de l'axe intérieur 204.

35 Le capteur 300 de pression de combustion est constitué par un dispositif piézoélectrique servant à détecter la pression de combustion à partir d'un

transfert d'une force agissant sur l'élément tubulaire 202, lorsque la pression de combustion est générée dans le moteur.

La bougie de préchauffage J100 est amenée à vibrer dans une très faible mesure par une charge axiale due à la pression de combustion (pression à l'intérieur de la chambre de combustion 1a).

L'axe intérieur 204 fixé à l'élément tubulaire 202 vibre également sous l'effet du déplacement de l'élément tubulaire 202, ce qui modifie une charge exercée sur le capteur 300 de pression de combustion par l'écrou 211, la pression de combustion étant détectée à partir d'un signal fourni par le capteur 300 de pression de combustion.

Depuis peu, l'injection directe de carburant constitue la règle dans les moteurs diesel du fait de l'amélioration de la consommation de carburant et de la régulation des gaz d'échappement. Ainsi, la bougie de préchauffage évolue en fonction de l'évolution ci-dessus du système de moteur.

Concrètement, plus la culasse du moteur devient épaisse, plus on emploie le moteur à quatre soupapes et plus l'espace d'installation pour la bougie de préchauffage se trouve limité, et il a fallu concevoir une bougie de préchauffage plus longue, par exemple deux fois plus longue en comparaison de la bougie classique pour le moteur selon la technique antérieure.

Ainsi, l'axe intérieur 204 devient environ deux fois plus long.

Par conséquent, une distance de soutien "t" entre les deux points de fixation pour l'axe intérieur 204 devient, par exemple, d'environ 80 mm.

De la sorte, la fréquence de résonance de l'axe intérieur 204 passe à une plage de fréquence plus basse, par exemple inférieure à 5 kHz et l'amplitude des vibrations augmente. Par conséquent, les vibrations mécaniques de l'axe intérieur 204 sont transmises au capteur 300 de pression de combustion, en superposant de ce fait un bruit de vibrations mécaniques au signal de pression de combustion et en abaissant le rapport signal/bruit du signal du capteur.

La présente invention vise à supprimer un bruit, provoqué par des vibrations d'un axe intérieur d'une bougie de préchauffage à capteur de pression de combustion, se mêlant au signal délivré par le capteur, même si l'axe intérieur devient plus long.

Une bougie de préchauffage pour moteur selon la présente invention comprend 5 éléments : (1) une enveloppe dont une première extrémité est fixée à une



culasse de moteur ; (2) un élément tubulaire monté à l'intérieur de l'enveloppe et faisant saillie depuis la première extrémité de l'enveloppe ; (3) un dispositif chauffant disposé à l'intérieur de l'élément tubulaire ; (4) un axe intérieur monté à l'intérieur de l'enveloppe, inséré par une première extrémité dans l'élément tubulaire et connecté électriquement au dispositif chauffant ; et (5) un capteur de pression de combustion logé à l'intérieur de l'enveloppe à une autre extrémité de l'enveloppe et détectant une pression de combustion transmise par l'intermédiaire de l'axe intérieur.

Leurs relations mutuelles en ce qui concerne la structure sont telles que : une première extrémité de l'axe intérieur est fixée à l'élément tubulaire ; une autre extrémité de l'axe intérieur est fixée à l'enveloppe ; et au moins un amortisseur de vibrations pour amortir des vibrations de l'axe intérieur est disposé autour de l'axe intérieur entre la première et l'autre extrémités de l'axe intérieur.

Du fait de l'amortisseur de vibrations, les vibrations de l'axe intérieur peuvent être supprimées, même si on accroît la longueur de l'axe intérieur pour s'adapter à des conditions imposées par le moteur. Par conséquent, le bruit superposé à la pression de combustion par suite des vibrations de l'axe intérieur peut être supprimé.

Par ailleurs, les résultats d'expériences menées par les inventeurs ont démontré qu'il est préférable que la distance entre l'amortisseur de vibrations et la première extrémité de l'axe intérieur soit inférieure ou égale à 40 mm ; la distance entre les amortisseurs de vibrations lorsqu'il y en a au moins deux est inférieure ou égale à 40 mm ; et la distance entre l'amortisseur de vibrations et l'autre extrémité de l'axe intérieur est inférieure ou égale à 40 mm.

Ainsi, si la distance de soutien (longueur de la partie non fixée) de l'axe intérieur est inférieure ou égale à 40 mm, le niveau de bruit du signal de pression de combustion peut être supprimé dans une mesure nécessaire pour une utilisation pratique.

Par ailleurs, les résultats d'expériences menées par les inventeurs ont démontré qu'il est préférable que la dureté de l'amortisseur de vibrations soit supérieure ou égale à une dureté A10 d'après duromètre et inférieure ou égale à une dureté D90 d'après duromètre.

Si l'amortisseur de vibrations est trop mou, la force de retenue de l'axe intérieur s'affaiblit. D'autre part, s'il est trop dur, il retient trop fortement l'axe intérieur, ce qui empêche la pression de combustion d'être transmise au capteur de

pression par l'intermédiaire de l'axe intérieur. Par conséquent, on a constaté que la plage de dureté de l'amortisseur de vibrations indiquée ci-dessus convient.

En outre, on emploie de préférence du caoutchouc ou une résine pour l'amortisseur de vibrations.

5

L'invention et nombre des avantages qui s'y attachent apparaîtront facilement plus clairement en référence à la description ci-après, faite en considération des dessins annexés, sur lesquels :

10 La figure 1 est une vue en coupe transversale en élévation d'une bougie de préchauffage à capteur de pression de combustion selon la présente invention. La bougie de préchauffage est fixée à une culasse de moteur diesel ;

La figure 2 est une vue agrandie en coupe transversale du capteur de pression de combustion ;

15 La figure 3 est une vue partielle en coupe transversale de la bougie de préchauffage selon la présente invention, servant à expliquer un modèle simplifié de trajets de transmission de la pression de combustion ;

Les figures 4a et 4b représentent le signal d'onde de pression de combustion détecté par un capteur de pression et un manomètre ;

20 La figure 5 illustre une relation expérimentale entre un taux de bruit en % et la dureté de l'amortisseur de vibrations, le taux de bruit étant un rapport d'une largeur de bruit à une hauteur maximale "h" dans le signal de pression du capteur, représenté sur la figure 4a ;

25 La figure 6 représente une variante de bougie de préchauffage selon la présente invention, dans laquelle plusieurs amortisseurs de vibrations sont disposés entre la première et la deuxième parties de fixation de l'axe intérieur qui est inséré dans l'enveloppe de la bougie de préchauffage; et

30 La figure 7 est une vue en coupe transversale d'une bougie de préchauffage selon la technique antérieure avec un capteur de pression de combustion décrit dans JP2001-124336A (pages 3 – 5, Figure 1).

35 En référence aux dessins, on va maintenant expliquer une forme préférée de réalisation de la présente invention.

35



### La structure de la bougie de préchauffage

La figure 1 est une vue en coupe transversale en élévation d'une bougie de préchauffage à capteur de pression de combustion selon la présente invention. La bougie de préchauffage est fixée à une culasse d'un moteur diesel.

5 La bougie de préchauffage 100 comprend : un corps 200 de bougie qui est pourvu d'un dispositif chauffant et transmet la pression de combustion ; et un capteur 300 de pression de combustion servant à détecter une pression de combustion en transformant en signal piézoélectrique une force appliquée au corps 200 de la bougie du fait de la pression de combustion.

10 Le corps 200 de bougie comprend : une enveloppe métallique cylindrique 201 vissée dans une culasse 1 de moteur de telle manière qu'une première extrémité (le bas) de l'enveloppe 201 soit disposée dans une chambre de combustion 1a, tandis que son autre extrémité (le haut) est disposée à l'extérieur de la culasse 1 du moteur ; un élément tubulaire cylindrique (tube de gainage) 202 fixé  
15 dans l'enveloppe 201 de façon qu'une première extrémité de l'élément tubulaire 202 fasse saillie depuis l'enveloppe 201 tandis que son autre extrémité est fixée à l'intérieur de l'enveloppe 201 ; un élément chauffant (serpentin de chauffage) 203 fixé à la première extrémité de l'élément tubulaire 202 ; et un axe intérieur 204 constituant une tige-électrode fixée à l'intérieur de l'enveloppe 201 de façon qu'une  
20 première extrémité de l'axe intérieur soit insérée dans l'élément tubulaire 202 et soit connectée électriquement à l'élément chauffant 203 tandis que son autre extrémité fait saillie depuis l'autre extrémité de l'enveloppe 201.

25 Dans la culasse 1 du moteur est réalisé un filetage femelle dans lequel le filetage mâle du corps 200 de la bougie se visse dans la direction axiale de la bougie (direction longitudinale de la bougie).

L'enveloppe 201 est en acier à outils de coupe sans soufre ou en acier au carbone. Le rayon d'une première extrémité (l'extrémité inférieure ou du côté chambre de combustion) de l'enveloppe 201 est plus petit que celui de son autre extrémité étagée. La première extrémité de l'enveloppe 201 est pourvue d'un filetage  
30 201b.

Autour de la surface extérieure de l'autre extrémité de l'enveloppe 201 est formée une tête hexagonale 201a servant à visser le corps 200 de la bougie dans la culasse 1 du moteur. Une partie de chaque angle de la tête hexagonale 201 peut être éliminée partiellement afin de réduire les dimensions de sa forme  
35 extérieure.

En outre, à la première extrémité (extrémité inférieure) de l'enveloppe 201 est formée une surface de siège conique 201c étroitement au contact d'une autre surface de siège du filetage de la culasse 1 du moteur, ce qui empêche les fuites de gaz.

5 L'élément tubulaire (tube de gainage) 202 est en alliage réfractaire et résistant à la corrosion tel que de l'acier inoxydable SUS310. Le bout d'une première extrémité de l'élément tubulaire 202 est fermé et fait saillie depuis la première extrémité de l'enveloppe 201 et est pourvu de l'élément chauffant (serpentin de chauffage) 203 en NiCr et CoFe, tandis que son autre extrémité disposée à l'intérieur de l'enveloppe 201 est ouverte.

10 La première extrémité (extrémité inférieure) de l'axe intérieur 204 est insérée dans l'autre extrémité (extrémité supérieure) de l'élément tubulaire 202. L'autre extrémité (extrémité supérieure) de l'élément chauffant 203 est fixée à la première extrémité (extrémité inférieure) de l'élément tubulaire 202, tandis que la première extrémité (extrémité inférieure) de l'élément chauffant 203 est fixée à la première extrémité (extrémité inférieure) de l'axe intérieur 204. Par ailleurs, une poudre isolante 205, par exemple de l'oxyde de magnésium, est chargée entre l'élément chauffant 203 et l'axe intérieur 204 et l'élément tubulaire 202.

20 La surface intérieure de l'élément tubulaire 202 est traitée par martelage afin d'accroître la densité de chargement de la poudre isolante 205, ce qui améliore la conductivité thermique et retient fortement l'axe intérieur 204 et l'élément chauffant 203.

25 Dans la présente forme de réalisation, l'élément tubulaire 202, l'élément chauffant 203 et la poudre isolante 205 constituent un dispositif chauffant 206 qui est fixé à l'intérieur de la première extrémité de l'enveloppe 201. Le bout du dispositif chauffant 206 (la première extrémité de l'élément tubulaire 202) est disposé dans la chambre de combustion 1a.

30 La surface extérieure du dispositif chauffant 206 (surface extérieure de l'élément tubulaire 202) est ajustée étroitement dans ou soudée à la surface intérieure de l'enveloppe 201, en formant ainsi une partie de fixation K1. Ainsi, les gaz de combustion du carburant venant de la chambre de combustion 1a ne peuvent pas pénétrer à l'intérieur de l'enveloppe 201.

La partie de fixation K1 couvre la surface périphérique intérieure du dispositif chauffant 206 et de l'enveloppe 201 dans la direction axiale.

Par ailleurs, entre l'autre extrémité de l'élément tubulaire 202 et l'axe intérieur 204 est disposé un élément d'étanchéité 205a servant à enfermer la poudre isolante 205 pendant le martelage.

5 Par ailleurs, la bague cylindrique 207, par exemple en caoutchouc silicone, en caoutchouc fluoré, de l'EPDM, du NBR ou du H-NBR est insérée depuis l'autre extrémité (extrémité supérieure) de l'axe intérieur 204 à l'intérieur de l'autre extrémité (extrémité supérieure) de l'enveloppe 201.

10 La bague cylindrique 207 sert au centrage et à la suppression des vibrations de l'axe intérieur 204 et à assurer l'étanchéité à l'eau et l'étanchéité à l'air de l'enveloppe 201. Si la surface intérieure de l'enveloppe 201 au contact de la bague cylindrique 207 est conique, celle-ci se trouve en contact plus étroit, ce qui améliore l'étanchéité à l'eau et l'étanchéité à l'air.

15 En outre, un manchon isolant 210, par exemple en résine (résine phénolique, PPS, mica stratifié) ou en matière céramique telle que de l'alumine est disposé à l'autre extrémité de l'axe intérieur 204. Par ailleurs, un trou 201d est ménagé dans la tête hexagonale 201a et une partie réceptrice 201e est formée entre le trou 201d et la surface extérieure de l'axe intérieur 204.

20 Ainsi, le capteur cylindrique 300 de pression de combustion est reçu dans la partie réceptrice 201e. Après que le capteur 300 de pression de combustion a été fixé, le manchon isolant 210 est mis en place sur l'axe intérieur 204, l'écrou 211 est vissé serré sur un filetage 204a, poussant de ce fait vers le bas le capteur 300 de pression de combustion sous l'effet d'une force axiale exercée par l'écrou 211.

25 Par ailleurs, un joint torique 208 est disposé entre la surface intérieure du trou 201d et la surface extérieure du capteur 300 de pression de combustion, tandis que la bague cylindrique 209 est insérée entre la surface intérieure du capteur 300 de pression de combustion et la surface extérieure de l'axe intérieur 204. Le joint torique 208 et la bague cylindrique 209 sont par exemple en caoutchouc silicone, en caoutchouc fluoré, en EPDM, en NBR ou en H-NRB.

30 Dans le cas présent, le joint torique 208 sert à assurer l'étanchéité à l'eau et l'étanchéité à l'air de l'enveloppe 201, tandis que la bague cylindrique 209 sert à la fois à assurer l'étanchéité à l'eau et l'étanchéité à l'air de l'enveloppe 201 et à supprimer les vibrations de l'axe intérieur 204. Si la surface périphérique intérieure du capteur 300 de pression de combustion qui est au contact de la bague cylindrique 209 est conique, celle-ci se trouve en contact plus étroit, ce qui améliore l'étanchéité à l'eau et l'étanchéité à l'air.

35



Par ailleurs, le capteur 300 de pression de combustion est électriquement isolé de l'écrou 211 par le manchon isolant 210. Par ailleurs, le capteur 300 de pression de combustion est électriquement isolé de l'axe intérieur 204 par la bague cylindrique 209.

5 Par ailleurs, une barre de connexion 2 est fixée au filetage 204a par un écrou 212. La barre de connexion 2 est connectée électriquement à une source d'alimentation électrique non représentée et est connectée électriquement à la culasse 1 du moteur par l'intermédiaire de l'axe intérieur 204, de l'élément chauffant 203, de l'élément tubulaire 202 et de l'enveloppe 201. Dans ces conditions, la culasse 1 du  
10 moteur est mise à la terre.

Ainsi, la bougie de préchauffage 100 présentée ci-dessus chauffe le dispositif chauffant 206 afin de contribuer à l'allumage du moteur diesel.

Pour les connexions entre les soupapes du moteur, il est préférable d'employer des câbles conducteurs très souples (des câblages pour automobiles), ce  
15 qui permet à chaque élément tubulaire 202 pour chaque soupape de vibrer de manière indépendante.

#### L'amortisseur de vibrations

La (première) partie de fixation inférieure 204m de l'axe intérieur  
20 204 est insérée dans et fixée à l'élément tubulaire 202 par martelage de l'élément tubulaire 202 et à l'aide de la poudre isolante 205. D'autre part, la (deuxième) partie de fixation supérieure 204n de l'axe intérieur 204 est fixée à l'enveloppe 201 par l'intermédiaire de la bague cylindrique 207.

La longueur entre les deux parties de fixation 204m et 204n devient  
25 par exemple d'environ 80mm, soit environ le double de la longueur classique.

Par ailleurs, la bougie de préchauffage 100 selon la présente invention est caractérisée en ce qu'un amortisseur de vibrations 230 est disposé autour de l'axe intérieur entre les parties de fixation 204m et 204n. L'amortisseur de vibrations 230 sert à amortir les vibrations de l'axe intérieur 204.

30 L'amortisseur de vibrations 230 est en caoutchouc ou en résine dont la dureté est de préférence supérieure ou égale à A10 d'après duromètre et inférieure ou égale à D90 d'après duromètre. Par ailleurs, l'amortisseur de vibrations 230 peut être une pièce moulée ou un liquide qui finit par se solidifier ou se gélifier.

La pièce moulée en caoutchouc peut être en caoutchouc fluoré, en  
35 caoutchouc silicone, en H-NBR. Par ailleurs, la pièce moulée en résine peut être en

résine époxy, phénolique ou acrylique. Par ailleurs, le caoutchouc liquide peut être un caoutchouc silicone à polymérisation à la température ordinaire, à polymérisation à chaud ou du type à plusieurs agents de polymérisation. Par ailleurs, la résine liquide peut être une résine époxy à polymérisation à chaud ou du type à plusieurs agents de polymérisation.

#### Le capteur de pression

La figure 2 est une vue agrandie en coupe transversale du capteur 300 de pression de combustion.

Le capteur 300 de pression est un ensemble dans lequel une matière céramique piézoélectrique 302 de forme annulaire est tenue entre une enveloppe métallique 303 de forme annulaire et une électrode 301 de forme annulaire.

La matière céramique piézoélectrique 302 est par exemple constituée de titanate de plomb ou de titanate et zirconate de plomb, par exemple de 0,4 mm d'épaisseur. En outre, un isolant 304 est disposé entre la partie réceptrice 201e et l'électrode 301 de forme annulaire.

L'isolant 304 est par exemple constitué de mica naturel, de mica stratifié, de matière céramique telle que de l'alumine, d'un film de polyimide, de résine telle qu'une résine phénolique, par exemple d'environ 0,2mm d'épaisseur. L'isolant 304 sert à isoler électriquement l'électrode 301 de forme annulaire de façon qu'un signal délivré par le capteur 300 de pression ne soit pas court-circuité vers l'enveloppe 201.

Il est préférable de rectifier ou de polir les surfaces de l'enveloppe métallique 303 et de l'électrode 301 qui sont au contact de la matière céramique piézoélectrique 302 afin de former une surface d'une rugosité inférieure à 6,3Z, par exemple, 3,2Z ou 1,6Z, ce qui assure l'uniformité du contact avec la matière céramique piézoélectrique 302 et empêche la matière céramique piézoélectrique 302 de se fissurer. Une matière magnétique telle que SUS430 peut être employée pour l'enveloppe métallique 303 et l'électrode 301 ce qui facilite la rectification ou le polissage.

Par ailleurs, il n'est pas facile de rectifier ou de polir la surface de contact de l'enveloppe métallique 303, car l'enveloppe métallique comprend : une collerette cylindrique 303a et un tuyau saillant 303d. Par conséquent, la collerette cylindrique 303a peut être séparée du tuyau saillant 303d et ceux-ci peuvent être soudés après la rectification ou le polissage de la collerette cylindrique 303a.

Par ailleurs, à droite de la collerette 303a est ménagé un trou traversant dans la direction axiale de la bougie pour insérer un tube de protection 303b. Le tube de protection 303b est fixé par soudage ou brasage. Naturellement, dans le manchon isolant 210 est ménagé un trou traversant 210a pour l'insertion du tube de protection 303b.

Le tube de protection 303b sert à l'insertion et la fixation d'un fil de blindage 305 servant à délivrer un signal depuis le capteur 300 de pression de façon qu'une âme 305a du fil blindé 305 soit soudé et électriquement connecté à l'électrode métallique 301 de forme annulaire.

Un blindage 305b (isolé électriquement de l'âme 305a) du fil blindé 305 est maté avec le tube de protection 303b, connectant de la sorte électriquement le blindage 303b à l'enveloppe métallique 303 qui est à la terre.

Dans le capteur 300 de pression est disposé un morceau de la matière céramique piézoélectrique afin de simplifier le capteur 300 de pression et de lui donner un centre de gravité bas. Ainsi, un bruit de vibrations généré par le capteur 300 de pression lui-même peut être réduit, ce qui améliore le rapport signal/bruit du signal délivré.

Cependant, comme décrit dans le document précité JP2001-124336A (figure 2 annexée à celui-ci), il est possible d'employer deux morceaux de la matière céramique piézoélectrique. Dans ce cas, un des deux morceaux de la matière céramique piézoélectrique est en outre disposé, à la place de l'isolant 304 sous l'électrode 301, en reliant de ce fait les deux morceaux parallèlement l'un à l'autre et en obtenant une sensibilité double et un meilleur rapport signal/bruit.

#### Montage du capteur de pression

Tout d'abord, on fixe autour du tube saillant 303d un tube isolant 306 thermiquement rétractable.

Ensuite, on dispose la matière céramique piézoélectrique 302, puis l'électrode 301 autour du tube saillant 303d. Dans le cas présent, le tube isolant 306 empêche les courts-circuits entre la matière céramique piézoélectrique 302, l'électrode 301 et l'enveloppe métallique 303.

Ensuite, par soudage par résistance ou par soudage laser, on connecte l'âme 305a du fil blindé 305 à l'électrode 301.

Ensuite, on mate le blindage 305b du fil blindé 305 avec le tube de protection 303b, ce qui assure une connexion électrique entre le blindage 305b et

l'enveloppe métallique 303, une fixation du fil blindé 305 et un contact étroit entre le fil blindé 305 et le tube de protection 303b.

5 Ainsi, le capteur 300 de pression qui est un corps unitaire comportant l'enveloppe métallique 303, l'électrode 301 et le fil blindé 305 est disposé à travers l'isolant 304 dans la partie réceptrice 201e.

Le capteur 300 de pression est enfermé dans l'enveloppe métallique 303 et le corps 200 de la bougie, ce qui assure une étanchéité complète et un blindage électrique complet du capteur 300 de pression.

#### 10 Montage de la bougie de préchauffage

En référence aux figures 1 et 2, on va expliquer le montage de la bougie de préchauffage à capteur de pression de combustion.

15 Pour commencer, on réalise l'enveloppe plaquée 201 avec le dispositif chauffant 206 connecté à l'axe intérieur 204. Le diamètre extérieur de l'élément tubulaire 202 est établi à une valeur supérieure de  $60\mu\text{m}$  à  $140\mu\text{m}$  à celle du diamètre intérieur de l'enveloppe 201.

20 L'élément tubulaire 202 est emmanché à force dans l'enveloppe 201, ce qui associe solidairement l'enveloppe 201, l'axe intérieur 204 et le dispositif chauffant 206. Pour assurer une étanchéité plus parfaite à l'air, on peut souder ou braser le dispositif chauffant 206 en utilisant de la brasure à l'argent.

Ensuite, l'amortisseur de vibrations 230 est disposé entre l'enveloppe 201 et l'axe intérieur 204, avant que la bague cylindrique 207 ne soit insérée depuis le haut de l'axe intérieur 204.

25 Si, par exemple, l'amortisseur de vibrations 230 est constitué par une pièce moulée en résine de caoutchouc de 5 mm de largeur, il dépasse de l'ouverture supérieure de l'enveloppe 201 et il est disposé entre l'enveloppe 201 et l'axe intérieur 204.

30 La compression radiale de l'amortisseur de vibrations 230 est de 10 à 30%, ce qui assure sa fixation à l'axe intérieur 204 et à l'enveloppe 201. Par ailleurs, les surfaces périphériques intérieure et extérieure de l'amortisseur de vibrations 230 sont revêtues d'une huile de lubrification. Ainsi, l'amortisseur de vibrations 230 est emmanché à force depuis le haut de l'axe intérieur 204 jusqu'à une position donnée. Dans le cas présent, si nécessaire, on peut utiliser plusieurs amortisseurs de vibrations. L'amortisseur de vibrations 230 est efficacement introduit dans  
35 l'enveloppe 201 s'il s'agit d'une pièce moulée.



D'autre part, si l'amortisseur de vibrations est par exemple en caoutchouc ou en résine liquide, il est injecté au niveau de l'ouverture supérieure de l'enveloppe 201 depuis une buse d'un distributeur permettant un dosage. Dans ce cas, on peut employer un dégazage sous vide en fonction de la viscosité du caoutchouc ou de la résine liquide, pour ainsi éliminer les bulles et réaliser un remplissage très dense. Ensuite, on fait durcir le liquide dans des conditions données. Ainsi, le caoutchouc ou la résine liquide s'introduit facilement dans un espace entre l'axe intérieur 204 et l'enveloppe 201. Le caoutchouc ou la résine liquide est particulièrement efficace pour un moteur à forte cylindrée dont les vibrations deviennent plus fortes.

Après le chargement de l'amortisseur de vibrations 230, la bague cylindrique 207 puis l'isolant 304 sont abaissés depuis le haut de l'axe intérieur 204. Par ailleurs, après avoir disposé le joint torique 208 sur le gradin formé à l'intérieur de la tête hexagonale 201a, le capteur 300 de pression est disposé dans la partie réceptrice 201e.

Ensuite, la bague cylindrique 209 est abaissée depuis le haut de l'axe intérieur. Ensuite, le joint torique 309 est abaissé depuis le haut du fil blindé 305. Le manchon isolant 210 est ensuite abaissé depuis le haut de l'axe intérieur 204, et en même temps on fait sortir à l'extérieur le fil blindé 305 à travers le trou traversant 210a.

Le joint torique 309 d'étanchéité à l'eau et d'étanchéité à l'air, en matière telle que du caoutchouc silicone, du caoutchouc fluoré, de l'EPDM, du NBR ou du H-NRB est comprimé entre le trou traversant 210a du manchon isolant 210 et une surface d'extrémité supérieure du tube de protection 303b.

Le manchon isolant 210 est par exemple en résine phénolique, en PPS, en mica stratifié ou en matière céramique à base d'alumine, et, de préférence, est généralement constitué d'une matière à faible densité, à module d'élasticité élevée et à faible valeur de fluage.

Le manchon isolant léger 210 permet de donner un centre de gravité bas au capteur 300 de pression, ce qui réduit le niveau de bruit des vibrations. Par ailleurs, le manchon isolant 210 à faible fluage peut conserver sa forme inchangée au fil du temps, ce qui réduit les variations en sortie dues à une variation de la pression exercée sur le capteur 300 de pression par l'écrou 211.

Le fluage est encore davantage réduit si une résine phénolique mélangée à des fibres de verre est chauffée pendant 3 à 20 heures entre 175 et 205°C.

Ensuite, après avoir combiné le manchon isolant 210 et le fil blindé 305, on fixe solidement le capteur 300 de pression dans la partie réceptrice 201e en vissant l'écrou 211 le long du filetage 204a.

5 On peut empêcher l'écrou 211 de se desserrer en déformant et en matant une partie de ses surfaces hexagonales ou en appliquant au préalable un adhésif frein-filet sur la surface filetée de l'écrou 211.

Par ailleurs, pour le freinage serré de l'écrou 211, le pourtour du manchon isolant 210 peut être doté de deux surfaces planes (opposées l'une à l'autre) retenues dans l'écrou 211 pendant le vissage, par exemple à l'aide d'une clé plate.

10 Ainsi, le capteur 300 de pression est plus solidement fixé sans torsion de la matière céramique piézoélectrique 302 et sans partie soudée entre l'électrode et l'âme 305a, ce qui empêche la dégradation et la rupture de la matière céramique piézoélectrique 302 et de l'âme 305a.

15 L'enveloppe 201 de la bougie de préchauffage assemblée 100 est vissée dans la culasse 1 du moteur et la barre de connexion 2 est disposée sur le filetage 204a et est fixée par l'écrou 211, comme représenté sur la figure 1.

#### Détection de la pression de combustion

20 La figure 3 est une vue partielle en coupe transversale de la bougie de préchauffage selon la présente invention, servant à expliquer un modèle simplifié de trajets de transmission de la pression de combustion.

25 Au moment de la mise en marche du moteur, un courant électrique est fourni, via la barre de connexion 2, au dispositif chauffant 206 pour faciliter l'allumage du moteur diesel. Après le démarrage du moteur, la pression de combustion est transmise via un premier et un deuxième trajet R1 et R2, comme représenté sur la figure 3, au capteur 300 de pression.

Le premier trajet R1 se dirige vers le capteur 300 de pression via l'enveloppe 201 qui est solidement fixée à la culasse 1 du moteur par le filetage 201b.

30 Le deuxième trajet R2 se dirige vers le capteur 300 de pression via la poudre isolante 205, l'axe intérieur 204, l'écrou 211 et le manchon d'isolation 210 qui sont susceptibles de vibrer.

35 L'élément tubulaire 202, ainsi que l'axe intérieur 204, est également déplacé dans la direction axiale de la bougie par la pression de combustion transmise par R2, car l'élément tubulaire 202 peut être déplacé dans la direction axiale de la bougie (en montant et en descendant sur la figure 3) par une force élastique de

l'enveloppe 201, même si l'élément tubulaire 202 est fixé à l'enveloppe 201 au niveau de la partie de fixation K1.

Par conséquent, un déplacement suivant R2 devient plus long que suivant R1. En fonction du déplacement évoqué ci-dessus, la charge exercée par l'écrou 211 sur le capteur 300 de pression change, ce qui modifie les charges électriques générées par la matière céramique piézoélectrique 302.

Les charges électriques générées sont délivrées sous la forme d'un signal électrique par l'intermédiaire de l'électrode 301 comme représenté sur la figure 2, vers l'âme 305a et sont en même temps délivrées sous la forme d'un signal électrique via l'enveloppe métallique 303 (à la terre) et le tube de protection 303b comme représenté sur la figure 2, vers le blindage 305b.

Les charges électriques (signal de sortie) précitées sont appliquées à un amplificateur de charge, non représenté, pour convertir les charges électriques en tension et pour amplifier la tension convertie. La tension amplifiée du signal est appliquée à une unité de contrôle moteur (ECU) non représentée du moteur, en commandant de ce fait la combustion.

#### Signal de pression de combustion

La figure 4a est une courbe de la pression de combustion (établie par le capteur de pression et un manomètre) en fonction de l'angle du vilebrequin lorsque le moteur tourne à 1200 tours/min sous une charge de 40 N. La pression du capteur correspond à un signal presque identique à celui de la pression du manomètre.

La figure 4b est une courbe illustrant une relation entre la pression du capteur et la pression du manomètre. La pression du capteur est presque linéaire par rapport à la pression du manomètre. La variation de charge affectant le capteur 300 de pression sous l'effet de la pression de combustion se traduit avec précision par un rapport signal/bruit élevé, une absence d'hystérésis et une excellente réaction du signal de pression du capteur.

#### Résultats expérimentaux

Le bruit du signal de sortie du capteur 300 de pression de combustion est supprimé et le signal de sortie est stabilisé, même si l'axe intérieur 204 est doté d'une plus grande longueur que dans la technique antérieure. En effet, l'amortisseur de vibrations 230 est disposé entre les parties de fixation 204m et 204n, ce qui raccourcit la distance (t) comme représenté sur la figure 1, entre l'extrémité

supérieure de l'amortisseur de vibrations 230 et la partie de fixation 204n. Ainsi, même si on accroît la longueur de l'axe intérieur 204, sa fréquence de résonance ne diminue pas et son niveau de vibrations est supprimé. En revanche, la distance "t", représentée sur la figure 7, entre les points de fixation de l'axe intérieur 204 de la  
5 bougie de préchauffage J100 selon la technique antérieure devient plus grande. Par conséquent, dans la bougie de préchauffage selon la technique antérieure, la fréquence de résonance est réduite et le niveau de vibrations est accru si on utilise un axe intérieur plus long.

En revanche, dans la présente invention, même si les vibrations  
10 mécaniques de l'axe intérieur se superposent à la pression de combustion, la composante de bruit du signal de pression est supprimée.

La fréquence de résonance admissible de l'axe intérieur 204 est supérieure à 5 kHz, car la plage de fréquence de la pression de combustion est inférieure à 5 kHz et, par conséquent, la fréquence de vibrations supérieure à 5kHz  
15 peut être éliminée par un filtre passe-bas.

En ce qui concerne l'amortisseur de vibrations 230, sa dureté est de préférence supérieure ou égale à A10 d'après duromètre et inférieure ou égale à D90 d'après duromètre, selon les résultats d'expériences menées par les inventeurs.

Si la dureté est inférieure à A10 d'après duromètre, l'amortisseur de  
20 vibrations 230 devient trop mou pour immobiliser l'axe intérieur 204 et supprimer ses vibrations, alors que si la dureté est supérieure à D90 d'après duromètre, l'amortisseur de vibrations 230 fixe trop fermement l'axe intérieur 204 pour transmettre vers le capteur 300 de pression le léger déplacement dû à la pression de combustion, ce qui réduit fortement la sensibilité de sortie et donc le rapport signal/bruit.

Ainsi, au premier abord, on s'attend à ce que le faible déplacement  
25 de l'axe intérieur 204 puisse être transmis au capteur 300 si un petit espace, par exemple de 50µm, est ménagé entre l'axe intérieur 204 et l'amortisseur de vibrations 230 ou entre l'enveloppe 201 et l'amortisseur de vibrations 230. Cependant, il est en fait difficile de maîtriser les dimensions du petit espace précité.

La figure 5 illustre une relation expérimentale entre un taux de bruit  
30 en % et la dureté de l'amortisseur 230 de vibrations, le taux de bruit étant un rapport d'une largeur de bruit à une hauteur maximale "h" du signal de pression du capteur représenté sur la figure 4A.

Comme représenté sur la figure 5, le taux de bruit est d'environ 4% pour la bougie de préchauffage selon la technique antérieure, dont la distance "t", comme représenté sur la figure 7, entre les deux points de fixation est de 40mm.

5 D'autre part, lorsque la distance entre les deux parties de fixation 204m et 204n de la bougie de préchauffage selon la présente invention a été portée à 80mm, il a été confirmé que l'amortisseur de vibrations en caoutchouc silicone à dureté A10, A50, A90 d'après duromètre et en résine époxy d'une dureté D90 d'après duromètre est acceptable, car ces matières abaissent le taux de bruit au-dessous du niveau classique de 4%. Une dureté supérieure à D90 d'après duromètre n'est pas  
10 acceptable, car la transmission de la pression de combustion est empêchée, ainsi qu'on l'a déjà expliqué.

Bien que l'amortisseur 230 de vibrations puisse être disposé à n'importe quelle hauteur entre les parties de fixation 204m et 204n de l'axe intérieur 204 comme représenté sur la figure 1, la distance "t" entre la partie de fixation 204m  
15 (partie de fixation à l'élément tubulaire 202) et l'amortisseur de vibrations 230 ou entre la partie de fixation 204n (partie de fixation à l'enveloppe 201) et l'amortisseur 230 de vibrations est de préférence inférieure ou égale à 40mm.

La distance "t" représentée sur la figure 1 entre la partie de fixation 204n et l'amortisseur 230 de vibrations est réduite à moins de 40mm. En effet, la  
20 distance "t" dans les bougies classiques est de l'ordre de 40mm.

Par ailleurs, il est possible d'employer plusieurs amortisseurs 230 de vibrations comme représenté sur la figure 6.

Comme représenté sur la figure 6, deux amortisseurs 230 de vibrations sont disposés entre la première partie de fixation 204m et la seconde partie de fixation 204n. Pour la même raison que dans les explications précédentes, une  
25 distance "t1" entre la première partie de fixation 204m et un amortisseur inférieur 230, une distance "t2" entre l'amortisseur inférieur 230 et l'amortisseur supérieur 230, et une distance "t3" entre l'amortisseur supérieur et la seconde partie de fixation 204n seront de préférence inférieures ou égales à 40mm.

30 La bougie de préchauffage selon la présente invention peut être utilisée dans la bougie de préchauffage courte selon la technique antérieure.

**REVENDECATIONS**

1. Bougie de préchauffage (100) pour moteur, comprenant :
- une enveloppe (201) dont une première extrémité est fixée à une  
culasse (1) du moteur ;
- un élément tubulaire (202) installé à l'intérieur de ladite enveloppe  
(201) et faisant saillie depuis ladite première extrémité de ladite enveloppe (201) ;
- un dispositif chauffant (206) disposé à l'intérieur dudit élément  
tubulaire (202) ;
- un axe intérieur (204) installé à l'intérieur de ladite enveloppe (201),  
inséré à une première extrémité de lui-même dans ledit élément tubulaire (202) et  
connecté électriquement audit dispositif chauffant (206) ; et
- un capteur (300) de pression de combustion logé à l'intérieur de  
ladite enveloppe (201) à une autre extrémité de ladite enveloppe (201) et détectant  
une pression de combustion transmise par l'intermédiaire dudit axe intérieur (204),  
caractérisée en ce que :
- ladite première extrémité dudit axe intérieur (204) est fixée audit  
élément tubulaire (202) ;
- une autre extrémité dudit axe intérieur (204) est fixée à ladite  
enveloppe (201) ; et
- un ou plusieurs amortisseurs (230) de vibrations pour amortir des  
vibrations dudit axe intérieur (204) sont disposés autour dudit axe intérieur (204)  
entre la première et l'autre extrémités dudit axe intérieur (204).
2. Bougie de préchauffage (100) selon la revendication 1,  
caractérisée en ce que :
- une distance entre ledit amortisseur (230) de vibrations et ladite  
première extrémité dudit axe intérieur (204) est inférieure ou égale à 40mm ;
- une distance entre lesdits amortisseurs (230) de vibrations est  
inférieure ou égale à 40 mm ; et
- une autre distance entre ledit amortisseur (230) de vibrations et  
ladite autre extrémité dudit axe intérieur (204) est inférieure ou égale à 40 mm.



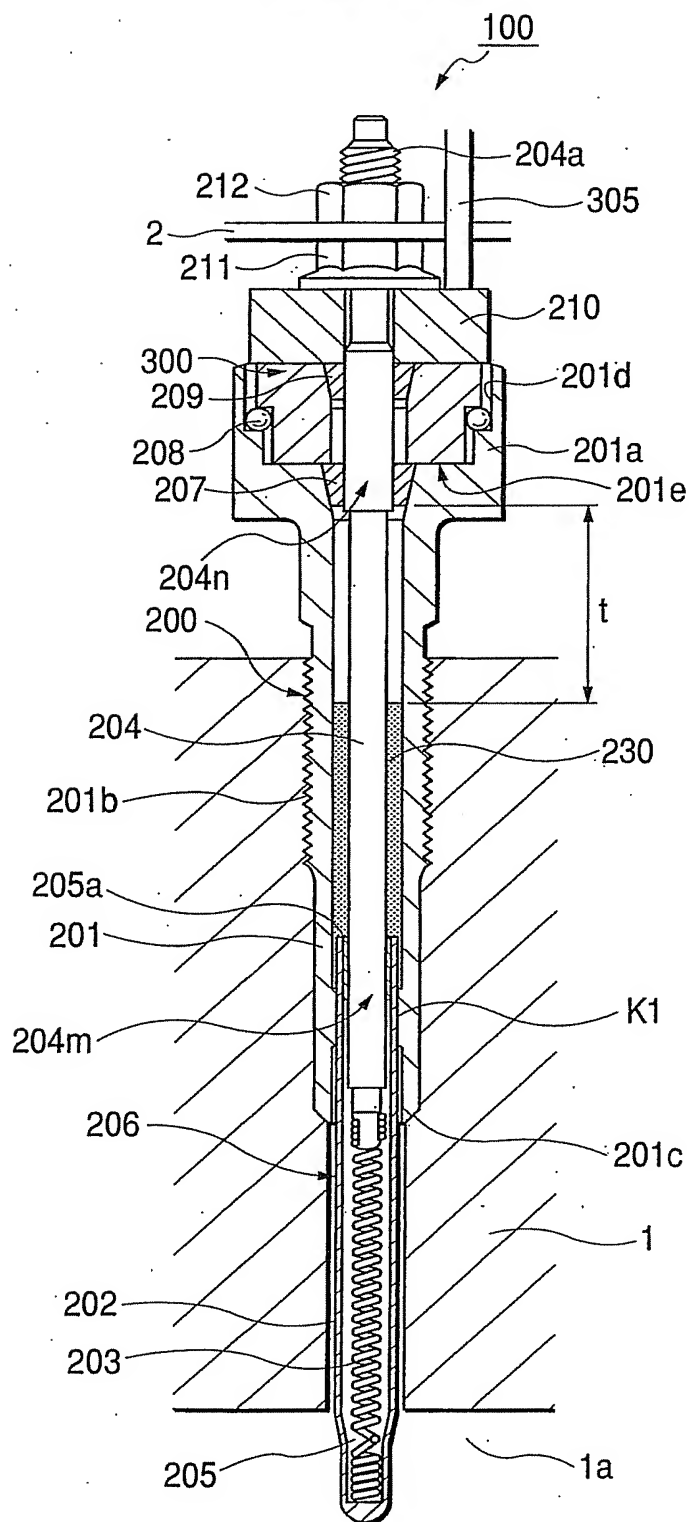
3. Bougie de préchauffage (100) selon la revendication 1, caractérisée en ce que la dureté dudit amortisseur (230) de vibrations est supérieure ou égale à A10 d'après duromètre et inférieure ou égale à D90 d'après duromètre.

5

4. Bougie de préchauffage (100) selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit amortisseur (230) de vibrations est en caoutchouc ou en résine.

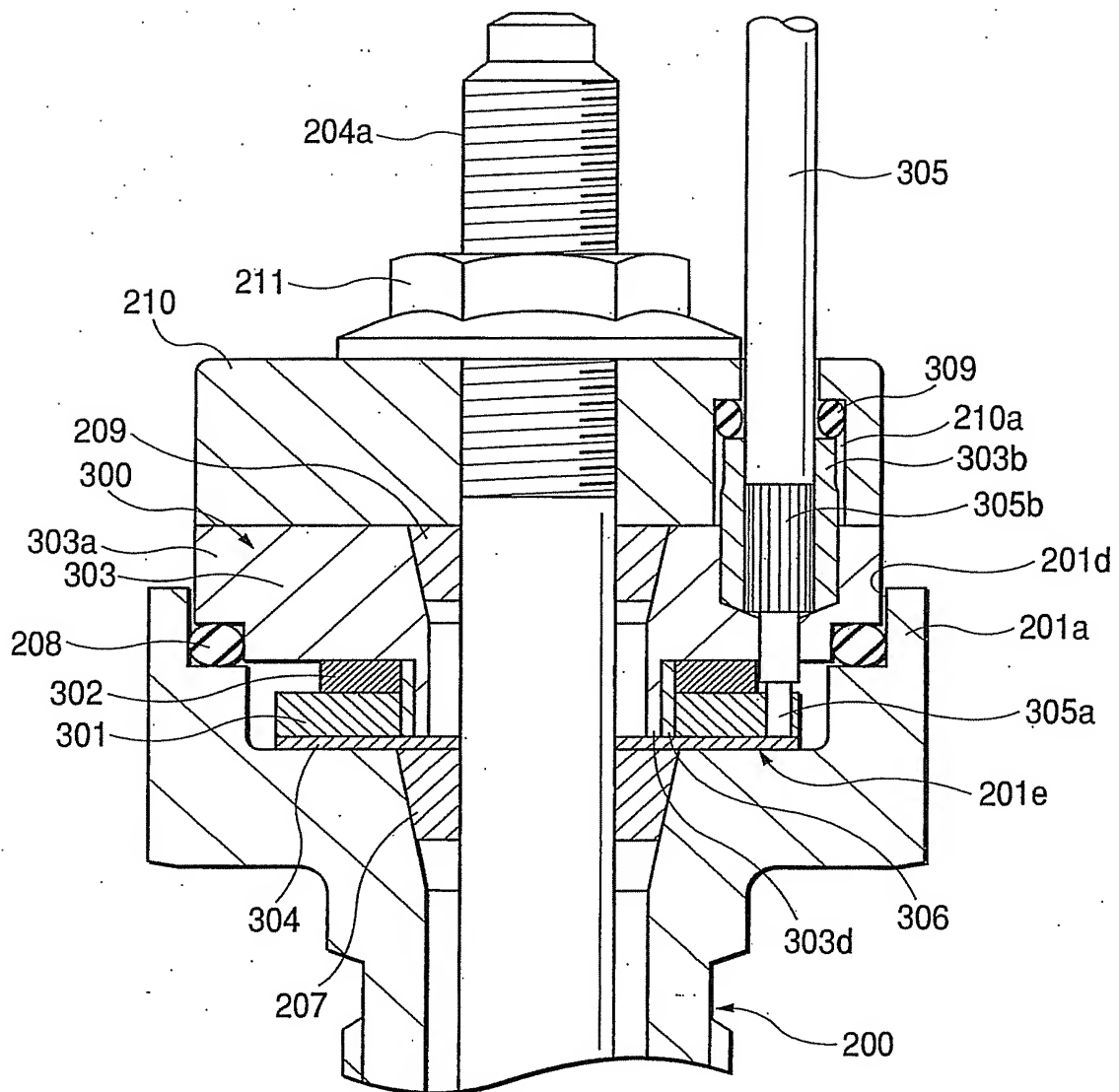


1/7

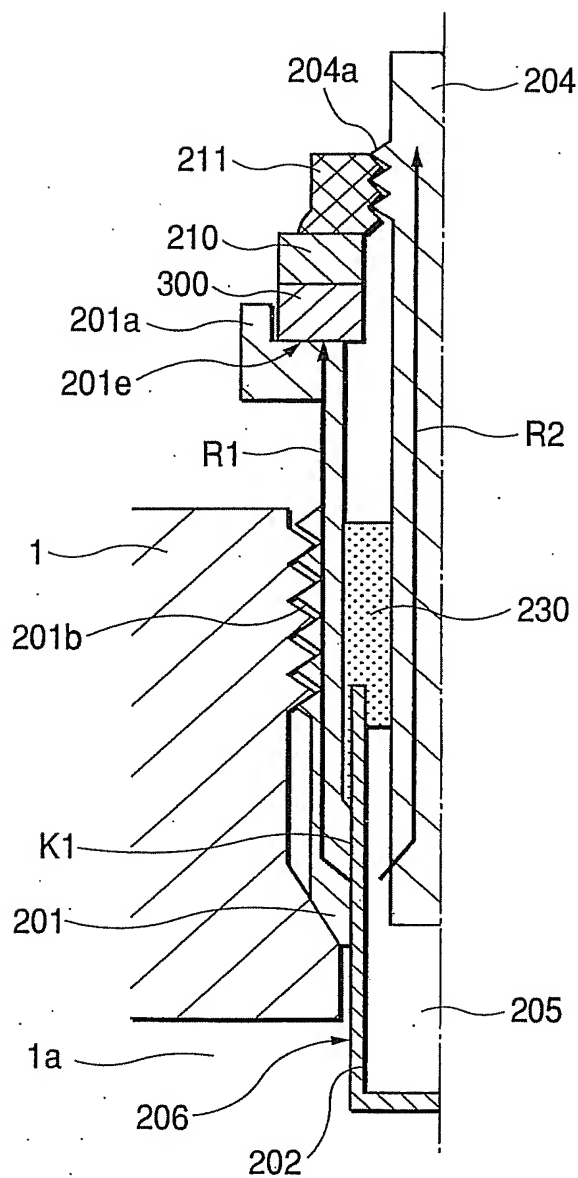
**FIG. 1**

2/7

FIG. 2



3/7

**FIG. 3**

4/7

FIG. 4A

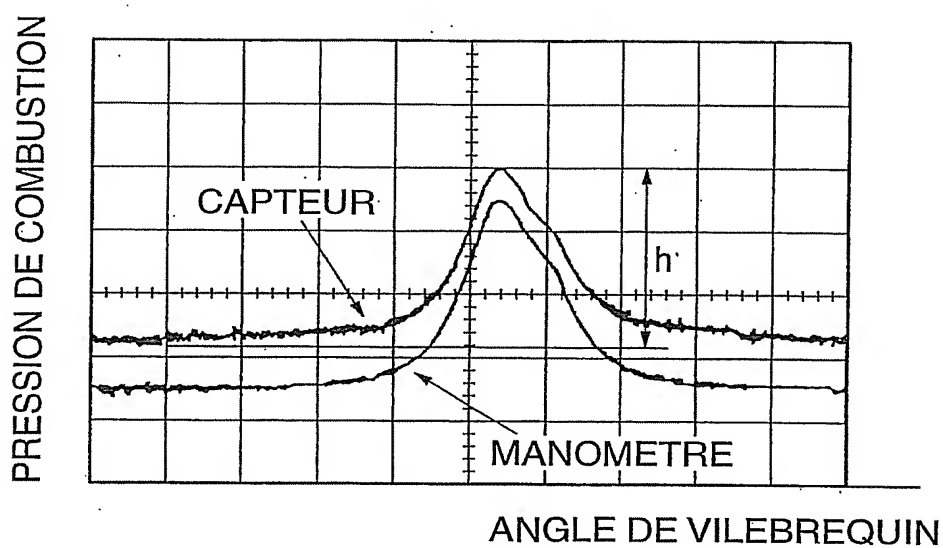
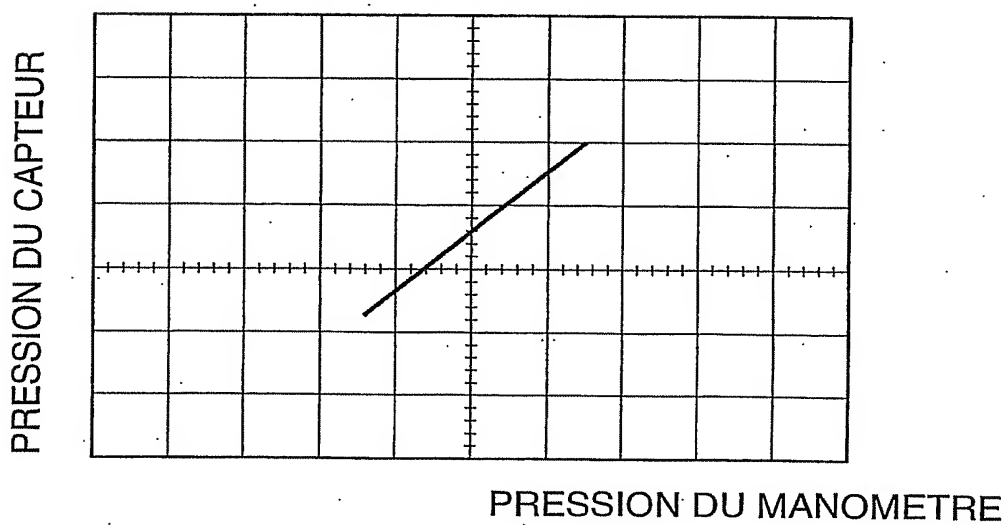
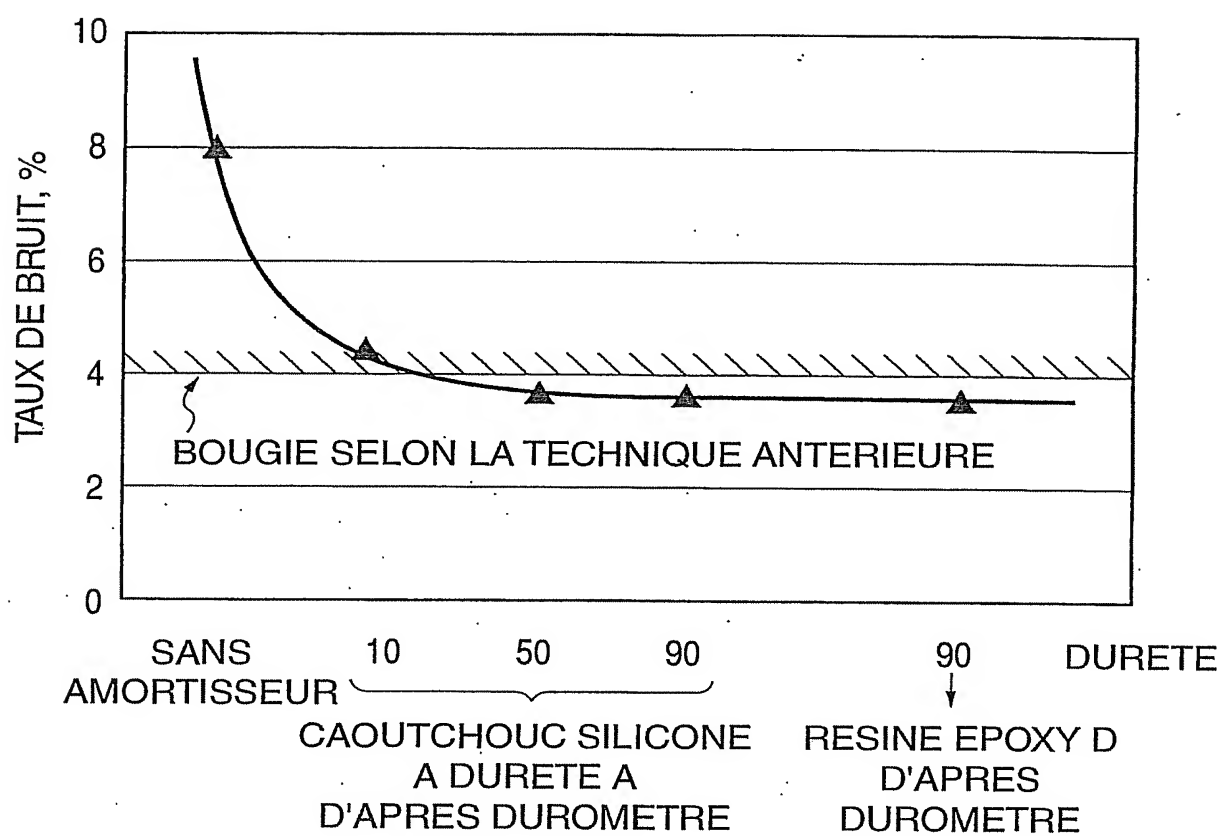


FIG. 4B



5/7

FIG. 5





7/7

FIG. 7

